酵母浸粉对家蚕血淋巴中甘油三酯含量和尿酸代谢的影响

李　娜[1,2]　靳慧杰[3]　贾漫丽[1,2]　黄　露[1,2]　谢　岩[1,2]　夏爱华[1,2]　杨贵明[1,2]　李季生[1,2*]

(1.河北省高校特产蚕桑应用技术研发中心，承德 067000；2.承德医学院蚕业研究所，承德 067000；3.河北省正定农业综合技术推广站，石家庄 050800)

摘　要：本试验旨在研究酵母浸粉对家蚕血淋巴中甘油三酯含量和尿酸代谢的影响。以蚕品种“菁松×皓月”为试验材料，挑选大小一致、发育整齐的家蚕 600 头，随机分成 4 个组（每组 3 个重复，每个重复 50 头，雌雄各占 1/2），从 5 龄起蚕开始，3 个试验组（JM1 组、JM2 组、JM3 组）分别饲喂以 1%、2%和 4%酵母浸粉溶液涂抹的新鲜桑叶，对照组则以蒸馏水替代酵母浸粉溶液，分别在添食酵母浸粉 3、4、5 d 后检测家蚕血淋巴中尿酸含量、甘油三酯含量以及黄嘌呤氧化酶（XOD）活性。结果表明：添食不同浓度酵母浸粉 5 d 后家蚕体重增长率均较对照组显著升高（$P<0.05$），但各试验组之间差异不显著（$P>0.05$），且随着酵母浸粉浓度的升高，体重增长率呈现下降的趋势。添食不同浓度酵母浸粉 5 d 后家蚕血淋巴中甘油三酯含量比对照组增加 42%～98%，其中 JM1 组、JM2 组与对照组的差异达到显著水平（$P<0.05$）；随着添食时间的延长，各组家蚕血淋巴中尿酸含量均呈现下降趋势，第 5 天与第 3 天相比差异均达到显著水平（$P<0.05$）；随着酵母浸粉浓度的升高，各时间点家蚕血淋巴中尿酸含量均呈现升高趋势，但各试验组与对照组的差异均未达到显著水平（$P>0.05$）。3 个试验组家蚕血淋巴中 XOD 活性在各时间点均显著高于对照组（$P<0.05$），但第 3、4 天家蚕血淋巴中 XOD 活性随着酵母浸粉浓度的升高均呈现先上升后下降趋势。家蚕血淋巴中尿酸含量与 XOD 活性之间存在显著或极显著的正相关性（$P<0.05$ 或 $P<0.01$），相关系数在 0.652～0.902。由此得出，添食一定浓度的酵母浸粉可导致家蚕血淋巴中尿酸含量、甘油三酯含量以及 XOD 活性升高，从而影响家蚕的尿酸代谢。

关键词：家蚕；酵母浸粉；甘油三酯；尿酸代谢

收稿日期：2017-11-08

资助项目：河北省教育厅重点课题（ZD2016044）

作者简介：李　娜（1981-），女，河北邢台人，助理研究员，硕士，研究方向为蚕桑生理及饲料。E-mail： liyunxiao2008@163.com

*通信作者：李季生，副研究员，E-mail： jshlee@163.com

中图分类号：S881.2　　文献标识码：A　　文章编号：

尿酸是嘌呤代谢的终产物，人体尿酸来源主要有 2 条途径，一是内源性的，是由体内核蛋白分解代谢产生，约占总量的 80%；二是外源性的，是由摄入的富含嘌呤的食物分解代谢而产生。而尿酸的排泄主要经过肠道（1/3）和肾脏（2/3）排泄。当尿酸的产生或排泄失常时，导致血液中尿酸含量男性>488 mol/L、女性>387 mol/L，称为高尿酸血症[1-4]。研究发现，高蛋白质饮食很有可能加剧体内嘌呤代谢的压力，从而诱发嘌呤代谢的紊乱。大量的医学研究表明，食用过量的脂肪和蛋白质使得人类罹患高尿酸血症的风险进一步加大，以高尿酸血症和尿酸盐结晶沉积于关节腔及软组织而引起痛风[5-7]。另外，尿酸可以促进血小板聚集，进而诱发血栓形成[8]。因此，痛风和糖尿病一样也是危害人类健康的一种严重的代谢性疾病[9-10]。

酵母浸粉(yeast extract powder,YEP)含有丰富的蛋白质、核苷酸、B 族维生素等，在体内充分水解能产生含氮的有机碱（包括嘌呤碱类、嘧啶碱类）和磷酸。大剂量的酵母进入体内后能干扰机体正常的嘌呤代谢，致嘌呤代谢紊乱，其主要表现为 XOD 活性升高，尿酸生成加速。在医学研究中，普遍采用小鼠或大鼠作为高尿酸血症造模的材料，通过添食酵母膏[11-12]、酵母浸粉[13-14]等造模剂均可以很好地建立高尿酸血症模型。

家蚕是鳞翅目昆虫第二大模式生物，是研究动物生理生化、遗传学和基因组学不可多得的宝贵资源[15-16]。家蚕生物信息资源丰富[17-18]，研究平台完善，很多生理学特性与人接近，为家蚕成为研究人类生理、疾病、遗传和开发新型药物的优良模式动物奠定了良好的基础[19-24]。而在尿酸的代谢方面，Tamura 等[25]发现注射黄嘌呤脱氢酶（xanthine dehydrogenase,XDH）可导致油蚕的排泄物中尿酸含量增加，表皮由半透明逐渐变成白色不透明。由此可见，家蚕体壁颜色的变化可以直观地反映尿酸代谢，为以家蚕为模型研究尿酸代谢提供了更加有利的条件。张晓丽[26]、王长春[27]通过给家蚕口服痛风治疗药物别嘌醇或非布索坦后发现这些药物可有效降低家蚕体内黄嘌呤氧化酶（xanthine oxidase,XOD）活性和血淋巴、脂肪体内的尿酸含量，且与临床效果基本一致，均认为家蚕可以作为动物模型替代小鼠用于筛选和评价抗痛风药物疗效。然而，这些研究只是集中在现有药物对家蚕尿酸代谢的影响方面，而酵母浸粉对家蚕尿酸代谢的影响及如何诱导家蚕成为高尿酸血症模型涉及较少。血液中尿酸含量和甘油三酯含量是 2 个常用的生化检测项目，甘油三酯代谢异常是代

谢综合征的重要表现形式，而高尿酸血症是代谢综合征常常伴有的代谢异常现象，二者具有明显的相关性(相关系数为 0.64)[28-30]。鉴于此，本试验以不同浓度的酵母浸粉涂抹桑叶后饲喂家蚕，通过对家蚕的体重增长率以及血淋巴中尿酸含量、XOD 活性和甘油三酯含量等指标进行测定，来评价酵母浸粉对家蚕尿酸代谢的影响，旨在为建立家蚕高尿酸血症模型提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　供试家蚕和主要试剂

供试家蚕品种为“菁松×皓月”，由承德医学院蚕业研究所家蚕研究室选育保存；主要试剂尿酸检测试剂盒、XOD 检测试剂盒以及甘油三酯检测试剂盒均购自南京建成生物工程研究所；酵母浸粉购自天津市致远化学试剂有限公司。

1.2　试验设计及饲喂方法

试验采用新鲜桑叶，按照标准饲育规程饲养到 5 龄起蚕后，挑选大小一致、发育整齐的家蚕 600 头，随机分成 4 个组，分别记为对照组、JM1 组、JM2 组、JM3 组，每组设 3 个重复，每个重复 50 头，雌雄各占 1/2。根据前期初步试验结果，家蚕对酵母浸粉存在一定的拒食性。因此，用千分之一天平称取一定质量的酵母浸粉溶解到相应体积的蒸馏水中，分别配制成质量体积分数为 1%（JM1 组）、2%（JM2 组）和 4%（JM3 组）的酵母浸粉溶液，用以涂抹桑叶，对照组则用蒸馏水替代。每组每天定量（20 mL）均匀涂抹 60 g 桑叶，待家蚕吃完涂抹有酵母浸粉的桑叶后，让其充分取食新鲜桑叶。

1.3　样品采集与指标测定

1.3.1　样品采集

分别在添食 3、4、5 d 后，每个重复各选取 6 头家蚕(雌雄各占 1/2)，剪去尾角，轻压腹部采集血淋巴于冰浴的离心管中，加入少量苯基硫脲后置于-80 ℃的冰箱中保存备用。

1.3.2　指标测定及方法

体重增长率测定：采用千分之一天平称量每组家蚕在试验开始和试验第 5 天时的总重，得出平均初始体重和平均终末体重，从而计算体重增长率。

体重增长率=100×(平均终末体重-平均初始体重)/平均初始体重。

血淋巴中甘油三酯含量按照试剂盒说明采用 BioTek 酶标仪通过比色法进行测定，波长为 510 nm；血淋巴中尿酸含量和 XOD 活性均按照试剂盒说明采用 T6 新世纪紫外分光光度计进行测定，波长分别为 690 和 530 nm。

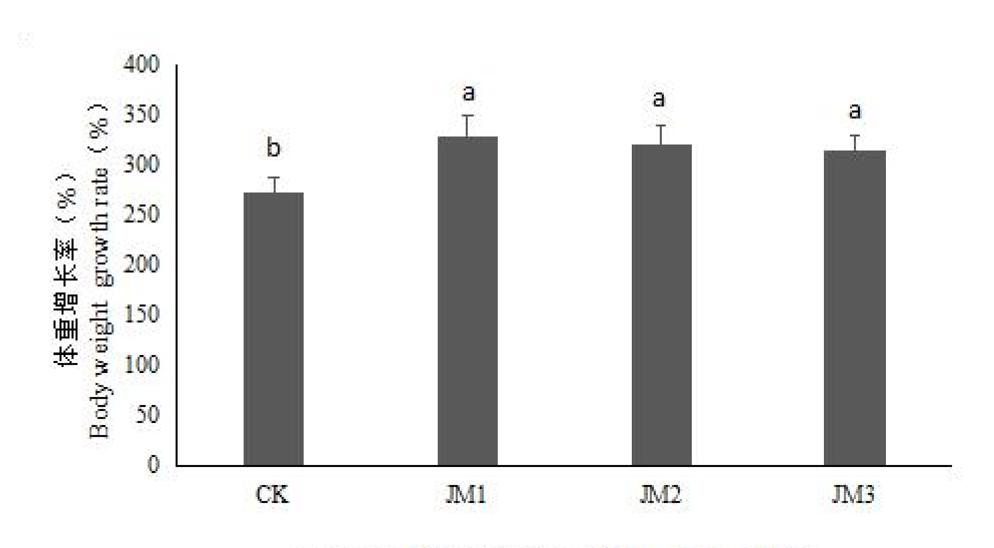
1.4 数据处理

采用 SPSS 18.1 软件对数据进行处理，对组间差异进行 Duncan 氏法多重比较及 Pearson 相关性分析，以 $P<0.05$ 表示差异显著，以 $P<0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与分析

2.1 酵母浸粉对家蚕体重增长率的影响

图 1 显示了家蚕添食不同浓度酵母浸粉 5 d 后体重增长率的变化。从图中可以看出，添食不同浓度的酵母浸粉可不同程度地影响家蚕生长。与对照组相比，添食 1%、2%、4%酵母浸粉的家蚕体重增长率均显著升高（$P<0.05$）；各添食酵母浸粉组之间差异不显著（$P>0.05$），但随着酵母浸粉浓度的升高，体重增长率呈现下降的趋势。



数据柱标注不同字母表示差异显著（$P<0.05$），相同字母表示差异不显著（$P>0.05$），误差线表示平均值的标准误。下图同。

Data columns with different letters indicates significant difference ($P<0.05$), while with the same letter indicates no significant difference ($P>0.05$). The error line indicates the standard error of the mean. The same as below.

图 1　家蚕添食不同浓度酵母浸粉 5 d 后体重增长率的变化

Fig.1　Body weight growth rate change of silkworms fed YEP with different concentrations for 5 days

2.2　酵母浸粉对家蚕血淋巴中甘油三酯含量的影响

图 2 显示了家蚕添食不同浓度酵母浸粉 5 d 后血淋巴中甘油三酯含量的变化。从图中可以看出，随着酵母浸粉浓度的升高，家蚕血淋巴中甘油三酯含量下降，但各试验组均高于对照组（1.42～1.98 倍于对照组）。其中，添食 1%和 2%酵母浸粉的家蚕血淋巴中甘油三酯含量显著高于对照组（$P<0.05$），但添食 4%酵母浸粉的家蚕血淋巴中甘油三酯含量则与对照组差异不显著（$P>0.05$）。

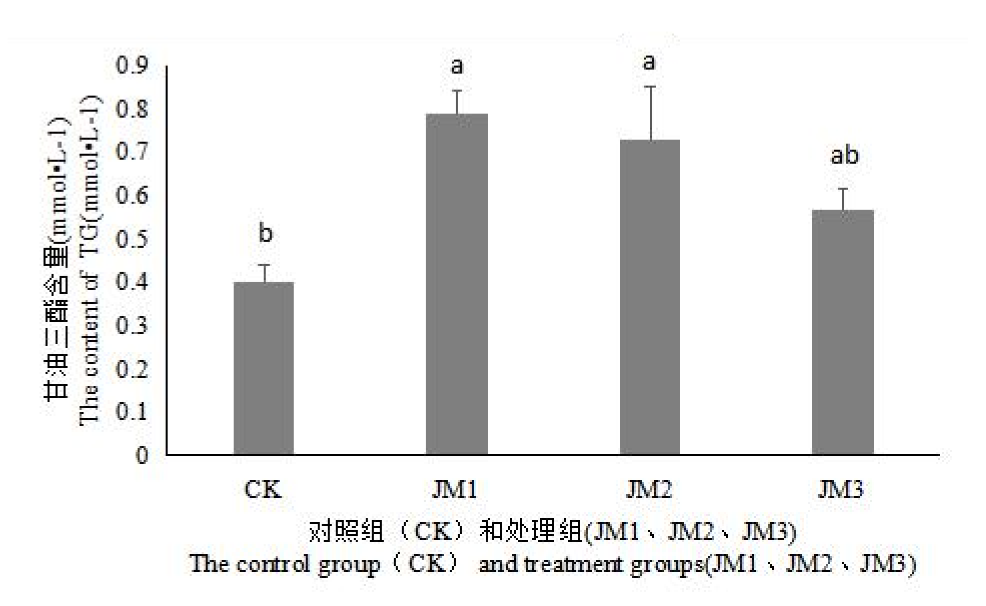


图 2　家蚕添食不同浓度酵母浸粉 5 d 后血淋巴中甘油三酯含量的变化

Fig.2　Change of triglyceride content in haemolymph of silkworms fed YEP with different concentrations for 5 days

2.3　酵母浸粉对家蚕血淋巴中尿酸含量的影响

图 3 显示了家蚕添食不同浓度酵母浸粉 3～5 d 后血淋巴中尿酸含量的变化。从图中可

以看出，添食不同浓度的酵母浸粉后，家蚕血淋巴中尿酸的含量有了不同程度的变化。随着添食时间的延长，各组家蚕血淋巴中尿酸的含量均呈现下降趋势，第 5 天与第 3 天相比差异均达到了显著水平（$P<0.05$）；随着酵母浸粉浓度的升高，各时间点家蚕血淋巴中尿酸含量均呈现规律性的升高，但各试验组与对照组的差异均未达到显著水平（$P>0.05$）。

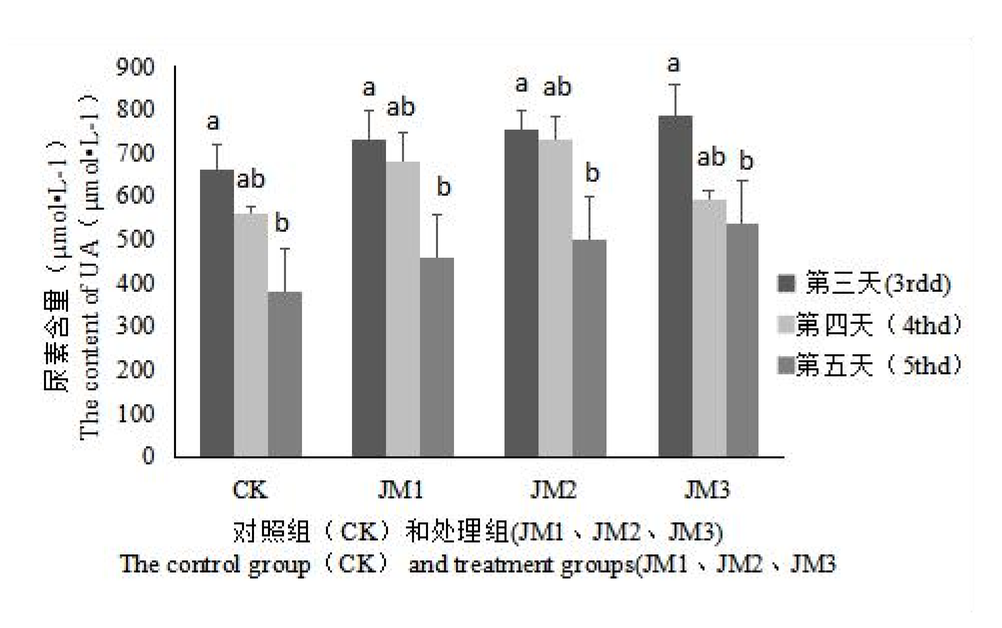


图 3　家蚕添食不同浓度酵母浸粉 3～5 d 后血淋巴中尿酸含量的变化

Fig.3　Change of uric acid content in haemolymph of silkworms fed supplementary YEP with different concentrations for 3 to 5 days

2.4　酵母浸粉对家蚕血淋巴中 XOD 活性的影响

图 4 显示了家蚕添食不同浓度酵母浸粉 3～5 d 后血淋巴中 XOD 活性的变化。从图中可以看出，随着添食时间的延长，家蚕血淋巴中 XOD 活性在不同组间变化不同，但各组内不同时间点之间差异均不显著（$P>0.05$）。各组第 4 天血淋巴中 XOD 活性相比第 3 天均有一定的升高，但是到第 5 天时，JM1 组和 JM2 组相比第 4 天有不同程度的下降。在各时间点上进行比较发现，3 个试验组血淋巴中 XOD 活性均显著高于对照组（$P<0.05$），但是，第 3、4 天家蚕血淋巴中 XOD 活性随着酵母浸粉浓度的升高均呈现先上升后下降趋势。

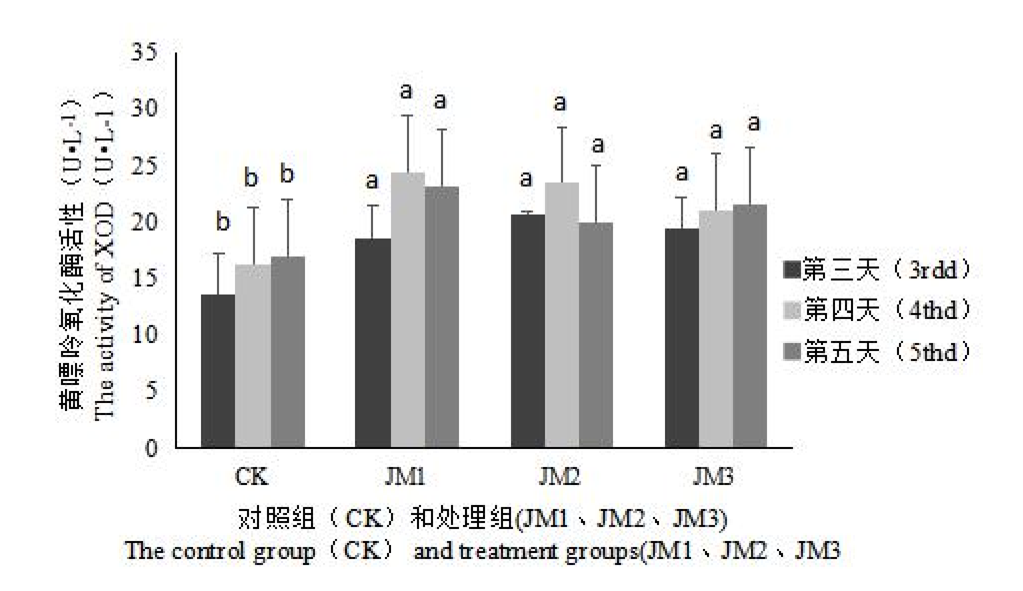


图 4　家蚕添食不同浓度酵母浸粉 3～5 d 后血淋巴中 XOD 活性的变化

Fig.4　Change of XOD activity in haemolymph of silkworms fed YEP with different concentrations for 3 to 5 days

2.5　家蚕血淋巴中尿酸含量与 XOD 活性、甘油三酯含量的相关性

表 1 可以看出，家蚕添食不同浓度酵母浸粉 3～5 d 后，在第 3 天、第 4 天，血淋巴中尿酸含量与 XOD 活性呈极显著正相关（P<0.01）；在第 5 天，血淋巴中尿酸含量与 XOD 活性和甘油三酯含量均呈显著正相关（P<0.05）。

表 1　家蚕血淋巴中尿酸含量与 XOD 活性、甘油三酯含量的 Pearson 相关性分析

Table 1　Pearson correlation analysis between uric acid content and XOD activity and triglyceride content in haemolymph of silkworms

项目 Items	黄嘌呤氧化酶 XOD			甘油三酯 TG
尿酸 Uric acid	第 3 天 The 3rd day	第 4 天 The 4th day	第 5 天 The 5th day	第 5 天 The 5th day
相关系数 Correlation coefficient	0.902**	0.858**	0.652*	0.509*

P 值 *P*-value	<0.001	<0.001	0.022	0.044

“**”表示差异极显著（P<0.01），*表示差异显著（P<0.05）。

The “**” indicates extremely significant difference (P<0.01), and “*” indicates significant difference (P<0.05).

3 讨 论

3.1 影响酵母浸粉改变家蚕血淋巴中尿酸含量的因素分析

从本试验结果可以看出，添食酵母浸粉可以引起家蚕血淋巴中尿酸含量和 XOD 活性的升高，但是与对照组相比其差异并未达到预想的状态。一方面，我们观察到添食不同浓度的酵母浸粉后，家蚕血淋巴中尿酸含量和 XOD 活性与对照组相比均有了不同程度的升高，这意味着酵母浸粉能够造成家蚕尿酸代谢相关指标的变化；另一方面，结合家蚕体重增长率进行考虑，虽然酵母浸粉能一定程度地提高家蚕血淋巴中尿酸含量，但同时随着酵母浸粉的升高，也引起家蚕体重增长率的先上升后下降的趋势。这可能是由于家蚕作为寡食性昆虫，其嗅觉、味觉相对比较敏感，而酵母浸粉虽自溶性较好，但其浓度过高固有的气味可能会引起家蚕食性降低，但具体原因比如食入量是否下降等还有待进一步研究。

3.2 家蚕血淋巴中尿酸含量与 XOD 活性的关系分析

次黄嘌呤和黄嘌呤是尿酸最为直接的前体物质，二者在 XOD 的作用下进行逐级氧化，从次黄嘌呤氧化成黄嘌呤，再由黄嘌呤最终氧化为尿酸[28-30]。从这条代谢通路上可以看出，XOD 活性的强弱在一定程度上影响着生物体内黄嘌呤最终氧化成为尿酸的水平。从本试验中尿酸含量和 XOD 活性的测定结果可以看出，添食酵母浸粉同时引起了家蚕血淋巴中尿酸含量和 XOD 活性的升高，添食酵母浸粉第 3、4、5 天时家蚕血淋巴中尿酸含量和 XOD 活性的 Pearson 相关性分析的相关系数分别为 0.902、0.858 和 0.652，且 P 值均小于 0.05，说明家蚕血淋巴中尿酸含量与 XOD 活性呈正相关关系。

3.3 家蚕血淋巴中尿酸含量与甘油三酯含量的关系分析

尿酸和甘油三酯含量的关系是医学研究的重点之一，而且人类研究表明血液中尿酸含量与甘油三酯含量明显相关，并独立于饮酒、肥胖和胰岛素抵抗等因素[31]。对本试验结果进行 Pearson 相关性分析后发现添食酵母浸粉第 5 天时家蚕血淋巴中尿酸含量与甘油三酯含量

之间存在一定的相关关系，二者的相关系数为 0.509，且 P 值小于 0.05。这说明家蚕和人类在尿酸代谢方面具有极为相似的生理反应。

综上，本试验发现，通过添食一定浓度的酵母浸粉可导致家蚕血淋巴中的尿酸、甘油三酯含量以及 XOD 活性升高，这与小鼠模型的生理反应具有很高的一致性[11-12]，说明可以通过给家蚕添食酵母浸粉造成其血淋巴尿酸代谢相关指标的异常。目前，家蚕在生理、生化、基因组等平台上的日趋完善，同时家蚕具有自然变异多，生活周期较短，个体大小适中，繁殖容易，方便摘取器官及不触及伦理问题等诸多优点，这些均为将来进一步研究家蚕作为研究高尿酸血症模式动物提供了科学依据。

4 结 论

添食酵母浸粉能导致家蚕血淋巴中尿酸含量、甘油三酯含量以及 XOD 活性出现不同程度的升高，从而影响家蚕的尿酸代谢。综合分析添食不同浓度酵母浸粉对家蚕体重增长率以及血淋巴中尿酸含量、XOD 活性和甘油三酯含量的影响后得出，酵母浸粉浓度为 1%时效果最佳。

参考文献：

[1] 魏文静,冯玛莉.高尿酸血症与非酒精性脂肪肝的研究进展[J].世界最新医学信息文摘（电子版）,2017,17(22):23–24.

[2] 徐国宾,张勇琴.尿酸检测方法的发展及标准化[J].中华检验医学杂志,2008,31(7):834–836.

[3] 刘雯辉,张园,邱健.尿酸相关基因多态性在心血管疾病中的作用研究进展[J].实用医学杂志,2017,33(10):1710–1712.

[4] 张燕凌,吴建永.遗传性肾性低尿酸血症的研究进展[J].中国中西医结合肾病杂志,2016,17(8):738–740.

[5] 陈丽萍,周海伟,朱铖,等.痛风结节超声显像与 X 线检查对照分析[J].医学影像学杂志,2010,20(12):1842,1846.

[6] 李琦哲,周玉坤,陈世平.痛风石致 17 岁患者踝关节破坏 1 例[J].医药前

沿,2017,7(4):138–139.

[7] 顾小叶,张炯,张心菊,等.中国汉族人 ABCG2 基因 rs2231142 与痛风/高尿酸血症的关系[C]//中华医学会第七次全国中青年检验医学学术会议论论文集.南京:中华医学会,2012.

[8] 刘芳.血尿酸与心脑血管疾病的研究进展[J].大家健康旬刊,2017,11(1):298.

[9] 陈光亮,徐叔云.高尿酸血症动物模型研究进展[J].中国药理学通报,2004,20(4):369–372.

[10] 陈凤丽,陈汉裕,邱联群.原发性痛风及高尿酸血症与体质相关的研究进展[J].世界中西医结合杂志,2017,12(3):437–439.

[11] GOLDSMITH M R,SHIMADA T,ABE H.The genetics and genomics of the silkworm,*Bombyx mori*[J].Annual Review of Entomology,2005,50:71–100.

[12] 秦俭,何宁佳,向仲怀.家蚕模式化研究进展[J].蚕业科学,2010,36(4):645–649.

[13] XIA Q Y,ZHOU Z Y,LU C,et al.A draft sequence for the genome of the domesticated silkworm (*Bombyx mori*)[J].Science,2004,306(5703):1937–1940.

[14] MITA K,KASAHARA M,SASAKI S,et al.The genome sequence of silkworm,*Bombyx mori*[J].DNA Research,2004,11(1):27–35.

[15] 陈敏,宋江波,李知泉,等.家蚕作为人类疾病模型与用于药物筛选的研究进展及展望[J].药学学报,2016(5):690–697.

[16] ISHII K,HAMAMOTO H,KAMIMURA M,et al.Activation of the silkworm cytokine by bacterial and fungal cell wall components via a reactive oxygen species-triggered mechanism[J].Journal of Biological Chemistry,2008,283(4):2185–2191.

[17] HAMAMOTO H,KUROKAWA K,KAITO C,et al.Quantitative evaluation of the therapeutic effects of antibiotics using silkworms infected with human pathogenic microorganisms[J].Antimicrobial Agents and Chemotherapy,2004,48(3):774–779.

[18] ORIHARA Y,HAMAMOTO H,KASUGA H,et al.A silkworm baculovirus model for assessing the therapeutic effects of antiviral cornpounts:characterization and application to the isolation of antivirals from traditional medicines[J].Journal of General

Virology,2008,89(1):188–194.

[19] 卢忠燕,温阳丽,张振,等.高糖饲料饲养对家蚕的血糖浓度和脂肪体中的甘油三酯含量影响[J].蚕业科学,2014,40(5):933–937.

[20] 魏广兵.抗结核药物异烟肼(INH)引起家蚕氧化损伤的机制研究[D].硕士学位论文.苏州:苏州大学,2013.

[21] TAMURA T,SAKATE S.Granules in the meconium of *og*-mutant of *Bombyx mori*[J].The Journal of Sericultural Science of Japan,1975,44(6):487–490.

[22] 张晓丽.JAK/STAT 途径对 BmNPV 的感染应答及家蚕作为痛风药物筛选动物模型的研究[D].硕士学位论文.苏州:苏州大学,2011.

[23] 王长春.建立家蚕痛风药物筛选模型的初探[D].硕士学位论文.重庆:西南大学,2012.

[24] 陈光亮,张清林,马晓芹,等.酵母致小鼠高尿酸血症模型[J].中国药理学通报,2003,19(4):467–469.

[25] 董静,朱平,程康鹏,等.小鼠高尿酸血症模型探讨[J].中国心血管杂志,2009,14(3):237–239.

[26] 董喆,丁宁,崔洁,等.海参脑苷脂及神经酰胺对小鼠高尿酸血症的改善作用[J].中国海洋药物,2013,32(6):65–71.

[27] 徐慧静,张灏,刘春花,等.摄食海参皂苷对小鼠高尿酸血症的影响[J].中国药理学通报,2011,27(8):1064–1067.

[28] 赵兰江,赵冬.尿酸代谢异常与甘油三酯代谢异常的关系[J].中华流行病学杂志,2006,27(4):362–365.

[29] BERKOWITZ D.Blood lipid and uric acid interrelationships[J].The Journal of the American Medical Association,1964,190:856-858.

[30] 何云清.次黄嘌呤和黄嘌呤的结构和振动光谱理论研究[J].广州化工,2017,45(8):19–21.

[31]赵兰江,赵冬,刘静,等.血清尿酸水平和甘油三酯关系的人群研究[J].中华内科杂志,2005,44(9):664-667.

Effects of Yeast Extract Powder on Triglyceride Content and Uric Acid Metabolism in Hemolymph of Silkworms

LI Na[1,2] JIN Huijie[3] JIA Manli[1,2] HUANG Lu[1,2] XIE Yan[1,2] XIA Aihua[1,2] YANG Guiming[1,2] LI Jisheng[1,2*]

(1. *Hebei Universities R & D Center for Sericulture and Specialty Enabling Technologies*, *Chengde* 067000, *China*; 2. *Institute of Sericulture, Chengde Medical University*, *Chengde* 067000, *China*; 3. *Zhengding Agro-Tech Extension Station of Hebei*, *Shijiazhuang* 050800, *China*）

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of yeast extract powder (YEP) on the content of triglyceride and the metabolism of uric acid (UA) in hemolymph of silkworms (*Bombyx mori*). The silkworm variety "*Jingsong ×Haoyue*" was used as experimental material. Choosing similar size and development of 600 silkworms randomly divided into four groups with each group had three replicates and each replicate had 50 silkworms (half male and half female). Fifth instar larvae of silkworms in experimental groups (groups JM1, JM2 and JM3) were fed fresh mulberry leaves painted with 1%, 2% and 4% YEP solution,respectively, and those in control group were fed fresh mulberry leaves painted with distilled water. The UA content, triglyceride (TG) content and xanthine oxidase (XOD) activity in hemolymph of silkworms were detected after feeding with different concentrations of YEP for 3, 4 and 5 days. The results showed that the body weight growth rate of silkworms increased significantly after feeding with different concentrations of YEP for 5 days compared with the control group (P<0.05), but no significant differences were found among experimental groups (P>0.05), and with the increase of YEP concentration, the body weight growth rate showed a trend of decline. The content of TG in hemolymph of silkworms after feeding with different concentrations of YEP for 5 days was 1.42 to 1.98 times higher than that of control group, and the differences between the control group and the groups JM1 or JM2 were significant (P<0.05). The content of UA in hemolymph of silkworms of each group showed a trend of decline with the extension of time. Compared with the 3rd day, the content of UA in hemolymph of silkworms of each group was significantly decreased compared with the 5th day (P<0.05). The content of UA in hemolymph of silkworms of each time point showed a trend of increase with the increase of YEP concentration, but the differences were not significant between the control group and the experimental groups (P>0.05). The activity of XOD in hemolymph of silkworms of each time point was significantly higher than that of control group (P<0.05), but it was firstly increased and then decreased with the increase of YEP concentration. There was a significant or an extremely significant correlation between the content of UA and the activity of XOD in hemolymph of silkworms (P<0.05 or P<0.01), and the correlation coefficient ranged of 0.652 to 0.902. It is concluded that feeding a certain concentration of YEP can lead to increases of UA content, TG content and XOD activity in hemolymph, thus affecting the UA metabolism of silkworms.

---

*Corresponding author, associate professor, E-mail: jshlee@163.com (责任编辑 菅景颖)

Key words: silkworms; yeast extract powder; triglyceride; uric acid metabolism